



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

**ESTUDIO DE LA ANATOMÍA INTERNA DE INCISIVOS INFERIORES
MEDIANTE EL MÉTODO DE DIAFANIZACIÓN**

TESIS

Para obtener el título de Especialista en Endodoncia

AUTOR: Odont. Kenia Karen Kun Astudillo

DIRECTOR: Dr. José Luis Álvarez

CUENCA- ECUADOR

2013

DEDICATORIA

A mi hijo, Matías

Que desde mi vientre me acompañó en el inicio de este posgrado, siendo la
energía diaria necesaria para seguir adelante.

A mi esposo, Edison

Amigo inseparable sobre todo en momentos de decline y cansancio

A mi madre

Pilar fundamental en mi vida y ejemplo a seguir, sin ella, jamás habría
conseguido lo que hasta ahora.

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de la
culminación de este trabajo.

A Edison, Román y Olga por el cariño y apoyo incondicional
brindado no solo durante la realización de este trabajo sino
durante todo el tiempo compartido.

A mi director de tesis, por su amistad y apoyo a través de sus
conocimientos y experiencia en el área.

A Víctor Rodas por la buena disposición con que me recibió al
buscar su ayuda para la toma de fotografías de la muestra de
estudio.

A Kristel, Ximena y Patricia

Hermana y amigas incondicionales.

DERECHOS DE AUTOR

Derechos de autor: Según la actual Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5:

“el derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión... El reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.”

(Ecuador. Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5)

Derechos de autor

Autor: Kenia Karen Kun Astudillo

Cuenca, Agosto de 2013

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Autoría de tesis	iv
Resumen	xi
Abstract	xii
1. Introducción	1
2. Justificación	2
3. Marco Teórico	3
3.1. Conceptos básicos de anatomía dental interna	3
3.2. Anatomía de Incisivos Inferiores	5
3.2.1. Morfología del Conducto	8
3.3 Factores que indican la presencia de conductos adicionales	9
3.4 Clasificación del sistema de Conductos radiculares	10
3.4.1. Clasificación de Weine	10
3.4.2 Clasificación de Vertucci	11
3.5 Frecuencia y grado de curvatura	12
3.6 Frecuencia de bifurcación	15
3.7 Región apical de la raíz	19
3.8 Terapia endodóntica en Incisivos Inferiores	20
3.8.1 Tipo de acceso endodóntico ideal en Incisivos Inferiores	21

4. Metodología empleada para el estudio de la Anatomía Interna	23
4.1 Historia del estudio de la Anatomía Interna	23
4.2 Técnicas de Estudio destacadas	25
4.2.1 Método radiográfico convencional	25
4.2.2 Radiografía digital mejorada con medios de contraste	28
4.2.3 Modelado de conducto con material inerte	30
4.2.4 Técnica de diafanización y tinción del conducto radicular	31
4.2.4.1 Técnica de Robertson	31
4.2.4.2 Técnica de Venturi	33
4.2.5 Técnica de diafanización con tinción del conducto radicular modificada	34
4.2.6 Tomografía computarizada	36
4.2.6.1 Tomografía computarizada tradicional (fan beam)	37
4.2.6.2 Tomografía computarizada de haz volumétrico (cone beam)	37
4.2.7 Tomografía computarizada cuantitativa periférica (pQCT)	39
4.2.8 Tomografía computarizada en espiral (SCT)	40
4.2.9 Microtomografía computarizada	40
4.3 Comparación entre técnicas.	41

5. Objetivos	43
5.1. Objetivo general	43
5.2. Objetivos específicos	43
6. Tipo de estudio	43
7. Materiales y Métodos	43
8. Resultados esperados	48
9. Resultados del Estudio	48
10. Discusión	50
11. Conclusiones	53
12. Bibliografía	54
13. Anexos	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Ramificaciones adicionales que parten del conducto radicular principal	4
Figura 2: Disposición del sistema de conductos en incisivos inferiores	6
Figura 3: Morfología del conducto radicular de incisivos inferiores, secciones a diferentes niveles	7
Figura 4: Reportes de caso de incisivos inferiores con dos conductos en pacientes sanos	8
Figura 5: Clasificación de Weine	10
Figura 6: Clasificación de Vertucci.	11
Figura 7: Esquema gráfico sobre distancia, ángulos y localización de curvaturas en incisivos inferiores.	14
Figura 8: Reporte de caso de incisivo inferior con bifurcación en tercio medio.	15
Figura 9: Presencia de calcificaciones en incisivos inferiores.	18
Figura 10: Localización de foramen mayor y menor.	20
Figura 11: Localización de la apertura cameral ideal en incisivos inferiores.	22

Figura 12: Predicción de la presencia de uno o dos conductos en incisivos inferiores.	28
Figura 13: Método radiográfico con medio de contraste	29
Figura 14: Desventajas del método radiográfico con medio de Contraste	30
Figura 15: Técnica de modelado del conducto empleando resinas vinílicas.	30
Figura 16: Diagrama sobre técnica de diafanización con tinción convencional y diafanización con tinción modificada.	35
Figura 17: Diafanización con tinción modificada.	36
Figura 18: CBCT sección axial, en la que se visualiza el primer molar inferior con dos conductos.	39
Fig. 19: Limpieza de la muestra con hipoclorito de sodio al 5.25% y cavitron	44
Fig. 20: Colocación de la muestra en Ácido nítrico al 5% (descalcificación)	45
Fig. 21: Muestra total diafanizada	46
Fig. 22: Inyección de tinta china en el interior del conducto con aguja calibre 27 bajo presión negativa mediante el uso de la succión de alta velocidad	47
Fig. 23: Colocación de la muestra en salicilato con el fin de preservar su transparencia	47

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de la presencia de bifurcaciones en estudios in vivo e in vitro.	17
Gráfico 2: Predicción de la presencia de uno o dos conductos en incisivos inferiores.	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Curvatura en incisivos inferiores. Presencia de 1 o 2 curvaturas.	14
Tabla 2: Historia del estudio de la anatomía interna.	24
Tabla: 3: Comparación entre las diferentes técnicas de estudio de la anatomía interna del diente.	41
Tabla 4: Tipo de conductos en incisivos inferiores según la clasificación de Vertucci encontrados en este estudio	49
Tabla 5: Porcentaje de conductos laterales y deltas apicales en incisivos inferiores según el presente estudio.	50
Tabla 6: Frecuencia y número de conductos laterales en incisivos inferiores según el presente estudio.	50

RESUMEN

El conocimiento de la anatomía del intrincado y complejo sistema de conductos radiculares de cada uno de los grupos dentarios es de suma importancia para la práctica dental, pues constituye uno de los pilares para el éxito del tratamiento endodóntico junto con el diagnóstico, preparación quimiomecánica y obturación. De ahí que es pertinente realizar estudios acerca de las diversidades anatómicas del sistema de conductos de incisivos inferiores, piezas dentarias catalogadas según muchos de los profesionales por presentar un solo conducto radicular.

Se han empleado diversas técnicas para el estudio del sistema de conductos de los diferentes grupos dentarios, sin embargo el método de diafanización, mediante el cual se consigue un aclaramiento del tejido dental es uno de los más empleados y, es un método de enseñanza muy didáctico, debido a que permite obtener piezas dentales translúcidas con conductos radiculares y sus posibles variantes anatómicas pigmentadas, haciendo permisible entonces la visualización del complejo sistema de conductos.

En la presente investigación se diafanizaron 143 incisivos inferiores, con el propósito de describir la anatomía interna de los mismos y así obtener información de nuestro propio entorno, que sea de utilidad para estudiantes y profesionales dedicados al área de la Endodoncia, encontrándose que el 89.5% presentaron un conducto tipo I, 1.4% tipo II, 2.1% tipo III, 1.4% tipo IV, 4.2% tipo V, 0.7% tipo VII. La incidencia de conductos laterales fue de 37.8%, mientras que el porcentaje de deltas apicales encontrados fue de 15.73%.

ABSTRACT

Knowledge of the anatomy of the intricate and complex root canal system of each tooth group is of utmost importance for dental practice, it constitutes one of the cornerstones for the success of endodontic treatment along with the diagnosis, chemomechanical preparation and obturation. Hence, it is appropriate to conduct studies on anatomical diversity of the root canal system of lower incisors, cataloged according to many professionals as having just one root canal.

Various techniques have been employed to study the root canal system of lower incisors, however clearing technique by which one can get a dental tissue clearance is one of the most used and a very didactic teaching method at the same time, because it allows to obtain translucent tooth root canals and possible anatomic variants pigmented, making possible a 3D visualization of the complex root canal system.

In the present investigation 143 lower incisors were cleared, in order to describe their internal anatomy and to get information from our own environment as well, which can be useful for students and professionals working in the endodontic field. The results showed that 89.5% of the incisors had a type I canal, 1.4% type II, 2,1 % type III, 1.4% type IV, 4.2% type V and 0.7% type VII. The incidence of lateral canals and deltas was 37,8% and 15,73, respectively.

1. INTRODUCCIÓN

El éxito del tratamiento endodóntico implica un correcto diagnóstico, un buen entendimiento de los principios biológicos, una adecuada preparación quimiomecánica así como una obturación tridimensional del Sistema de Conductos Radiculares. Para lograr estos objetivos es fundamental que el profesional tenga un profundo conocimiento sobre la morfología interna de dicho sistema.¹

No obstante el elevado porcentaje de éxito dado en la terapéutica endodóntica, se considera que no existe un método o técnica que sea capaz de limpiar y conformar la totalidad del complejo e intrincado sistema de conductos, precisamente en razón de dicha complejidad, a la cual puede eventualmente sumarse la presencia de conductos estrechos, curvos y/o calcificados. En razón de lo antes mencionado se plantea el empleo del método de diafanización, para realizar el estudio de la anatomía del sistema de conductos de incisivos inferiores.² Por otro lado hay que tomar en consideración que una evolución no favorable del tratamiento endodóntico podría estar relacionada con un incompleto desbridamiento y por ende desinfección del mismo debido a un tratamiento realizado de manera inadecuada en caso de conductos muy estrechos, con curvaturas pronunciadas o a la persistencia de tejido en conductos no tratados.^{1,2}

2. JUSTIFICACIÓN

El estudio de la anatomía dental interna es de gran importancia en Endodoncia. En algunas ocasiones erróneamente se generaliza conocimientos sobre la forma, número de conductos, así como sobre la constitución interna de una pieza dental, olvidando por completo considerar a cada una de ellas como una sola, con un complejo sistema de conductos radiculares totalmente diferente al de su homóloga.² En este contexto, los incisivos inferiores son considerados por el Odontólogo como piezas dentales fáciles de tratar endodónticamente, ignorando la posibilidad de variaciones en su anatomía, lo cual posteriormente constituirá un problema en la evolución favorable del tratamiento endodóntico. Uno de los métodos que proporciona conocimientos y mucha evidencia sobre la diversidad morfológica existente en conductos radiculares es la diafanización.^{3,4}

Por otro lado, no existen estudios en nuestro medio acerca de la anatomía del sistema de conductos de los incisivos inferiores, de ahí que la presente investigación pretende hacer un aporte en este sentido, destacando el hecho de que varios estudios señalan que la diversidad racial influye en la morfología del sistema de conductos radiculares.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE ANATOMÍA DENTAL INTERNA

Al describir la morfología interna de un diente, se incluye a la cavidad pulpar y los distintos conductos que se ramifican desde aquella.¹

La cavidad pulpar aloja a la pulpa dental, pues constituye el espacio delimitado por la dentina tanto coronal como radicular y, tiende a reducir su tamaño debido a factores como oclusión, edad, o de manera patológica al estimularse la formación de dentina secundaria, terciaria y cemento. La cavidad pulpar se divide en dos porciones, la cámara pulpar, que aloja a la pulpa de la corona anatómica del diente y, el conducto radicular, que aloja a la pulpa dental de la raíz anatómica.¹

El conducto radicular principal puede llegar a presentar ramificaciones que partan de él y, de acuerdo a su disposición éstas reciben las siguientes denominaciones (Fig.1) :⁵

- a) Conducto Lateral, que parte del conducto principal con dirección hacia el periodonto, generalmente por encima del tercio apical.
- b) Conducto secundario, nace del conducto principal a nivel del tercio apical, desembocando en el ligamento periodontal
- c) Conducto accesorio, que deriva directamente de un conducto secundario y termina hacia el periodonto.
- d) Conducto colateral, que decurre de manera paralela al principal, pudiendo alcanzar el ligamento periodontal de manera independiente.

e) Conducto cavo interradicular, es aquel que nace del piso de la cámara pulpar de una pieza multirradicular y termina finalmente hacia la el periodonto en zona de furca.

f) Conducto recurrente, el cual parte del conducto principal y luego de cierto recorrido vuelve a unirse al mismo

g) Delta apical, que consiste en múltiples ramificaciones terminales del conducto radicular principal, originando varias foraminas a nivel del ápice dental.

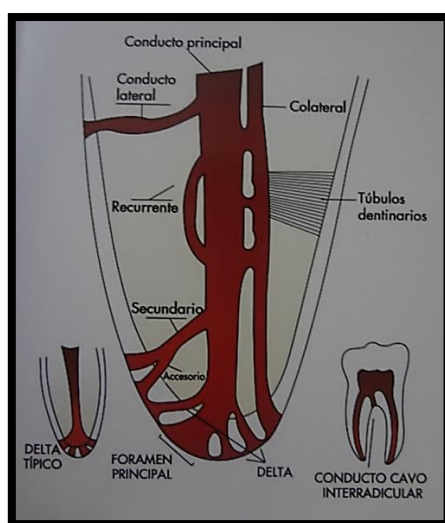


Fig. 1: Ramificaciones adicionales que parten del conducto radicular principal. Tomado de Leonardo MR. Endodoncia, Tratamiento de Conductos Radiculares, Principios Técnicos y Biológicos. Editorial Artes Médicas. 2005. Vol 1. Pág 369

Existen ciertas herramientas diagnósticas que pueden ser empleadas en piezas dentales con variaciones en su anatomía y que en ciertos casos se disponen de una forma aberrante, dentro de las cuales destacan ^{1, 2} el método radiográfico, la visualización de la anatomía clínica, el empleo de magnificación, un adecuado tamaño y extensión del acceso y la coloración del piso de la cámara pulpar.

Método Radiográfico: una toma y visión angulada de la pieza a considerar juega un papel importante, al permitir observar la anatomía radicular “en tres dimensiones”.¹ Es necesario considerar la sospecha de la existencia de un conducto adicional o bifurcación cuando el conducto radicular desaparece a nivel del tercio medio, así como tener presente el hecho de relacionar la presencia de asimetría radicular con anatomía oculta de la misma.¹

Anatomía clínica: el contorno gingival puede también indicar una anatomía inusual; por ejemplo, a nivel de premolares, la presencia de recesiones gingivales puede revelar la eventual presencia de dos raíces vestibulares.¹

Magnificación: el uso del microscopio en Endodoncia hace más predecible la terapia endodóntica y causa menos estrés en el operador, permitiendo por ejemplo la localización pronta de conductos no visibles a simple vista, así como la eliminación de bloqueos que impidan su localización.¹

Tamaño y extensión del acceso: ambos aspectos son necesarios para la localización e instrumentación de los conductos radiculares, así como para permitir un acceso en línea recta.¹

Piso de la cámara pulpar: en el caso de molares, permite una fácil localización de conductos, al considerar la coloración gris oscuro característica que presenta aquella.¹

3.2 ANATOMÍA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS EN INCISIVOS INFERIORES

La prevalencia de dos conductos en incisivos inferiores se ha evidenciado en la literatura en porcentajes que van desde 11,5 al 44,1%, aunque muchos se fusionan en uno sólo a 1 o 3 mm del tercio apical.⁶ (Fig. 2)

Según la literatura disponible, muchos de los incisivos inferiores presentan dos conductos que pueden emerger en una sola foramina y en raras ocasiones en dos completamente separadas. En estudios como el de Benjamin y Dowson, reportan que el 41.1% de incisivos inferiores estudiados tienen dos conductos separados, y de estos a su vez, sólo el 1.3% poseen dos foraminas separadas.^{6,7,8}

Rankine Wilson y Henry, observaron en el 40.5% de incisivos inferiores estudiados dos conductos, así como dos foraminas en el 87% de los casos.^{7, 9}



Fig.2: Disposición del sistema de conductos en incisivos inferiores. Tomado de: Al-Qudah A. A., Awawdeh L. A., *Root canal morphology of mandibular incisors in a Jordanian population*, *Int Endod J*, 2006, 39, 873-877

Una de las razones por las que podría ocurrir una evolución no favorable posterior a la terapia endodóntica en incisivos inferiores es la presencia de un conducto lingual no detectado, istmos y bifurcaciones, lo cual se traduce en la persistencia de síntomas y/o signos, tales como dolor, ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal, presencia de fístula, etc.^{6,7,8} Mauger et al. examinaron incisivos inferiores a diferentes niveles (1, 2, y 3mm del ápice radicular) y lograron determinar, que la presencia de dos conductos fue del 2% a 1 mm, 0% a 2mm y 1% a 3mm, mientras que la presencia de istmos fue del 20% a 1mm, 30% a 2 mm y 55% a 3mm del ápice y, en el 75% de los dientes, la forma del conducto no fue constante, pero por lo general los conductos eran más

redondos u ovalados con tendencia a estrecharse hacia el ápice y de forma ovalada o acintada a nivel coronal.^{6,7} (Fig. 3)

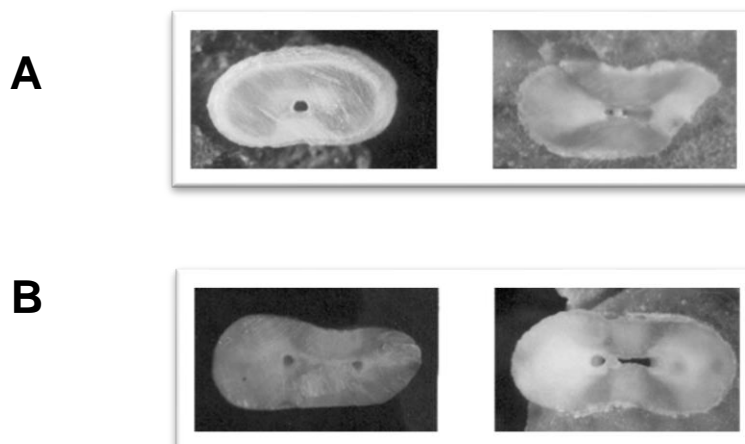


Fig. 3: Morfología del conducto radicular de incisivos inferiores, secciones a diferentes niveles: **A:** a 1mm, **B:** a 3mm. Tomado de: *Uma Ch, Ramachandran S, Indira R, Shankar P, Canal and isthmus morphology in mandibular incisors – An in vitro study, Endodontology, 2004, 16, 7-11*

Miyashita et al, al estudiar la anatomía de 1.085 incisivos inferiores, determinaron de acuerdo a la clasificación de Weine, que el 87.8% presentaban un conducto tipo I, el 12.4% presentaban dos conductos separados y, de estos el 9.3% correspondían al tipo II, 1.4% al tipo III y, el 1.7% al tipo IV, es decir dos foraminas separadas.²

En relación al tema de anomalías dentales, podría en ellas encasillarse erróneamente a la ocurrencia de dos conductos en incisivos inferiores, como es el caso del Síndrome de Turner, en donde por alteraciones cromosómicas se da lugar a malformaciones dentales, como la presencia de premolares mandibulares con dos raíces. Sin embargo, se ha determinado que la incidencia de varios conductos en incisivos inferiores no se relaciona con ninguna alteración de tipo genético. Lo antes mencionado se sustenta en dos reportes de caso presentados por Kabak et al, los cuales indican la ausencia de relación con patología sistémica

debido a que los pacientes de los reportes realizados no manifiestan alteración o patología alguna.¹⁰ (Fig. 4)

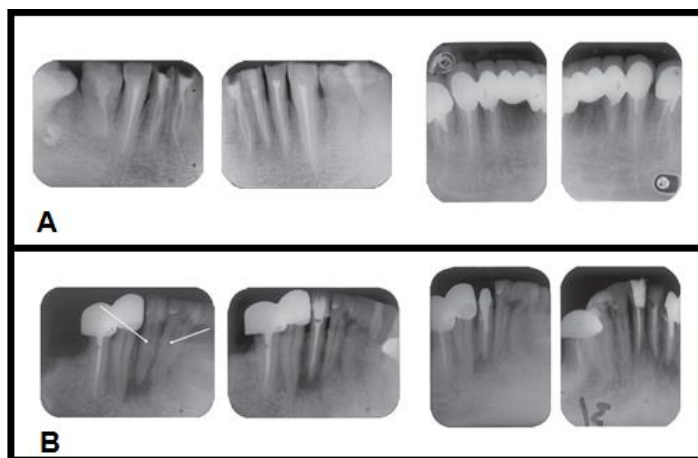


Fig. 4: Reportes de casos en donde los pacientes no presentan síndrome alguno. **A:** Paciente de 65 años, referido por prostodoncista para la realización de tratamiento de endodoncia en las piezas 31, 32, 41 y 42 los cuales evidencia dos conductos. **B:** Paciente de 45 años, en el que se realiza tratamiento de endodoncia de las piezas 42, 31 y 41, con dos conductos. Tomado de: *Kabak Y, Abbott P, Case Report Endodontic treatment of mandibular incisors with two root canals: Report of two cases, Aust Endod J 2007; 33: 27–31*

3.2.1 MORFOLOGÍA DEL CONDUCTO RADICULAR EN INCISIVOS INFERIORES

Diversos autores estudiando el sistema de conductos de piezas con bifurcaciones, reportan la presencia de istmos, aletas o a manera de corredores, que vistos transversalmente se disponen de forma acintada y estrecha.⁶

Green indica la presencia de estos istmos o aletas que separan los dos conductos en incisivos centrales y laterales inferiores en el 22% de casos. Al ser un área de difícil acceso durante la preparación quimiomecánica del conducto radicular, podría ser la causa de fracasos por la persistencia de residuos de tejidos

a este nivel, ya que las técnicas de instrumentación manuales o mecanizadas son incapaces de limpiar adecuadamente esa zona; como complemento se requiere entonces el uso de agentes irrigantes como el NaOCl 5.25%, el empleo de ultrasonido y, se dispone de diversos dispositivos o aditamentos durante la fase de irrigación, como es el caso del sistema *ENDOVAC*, todos ellos con el fin de optimizar al máximo la acción de los agentes irrigantes.^{6, 11, 12, 13}

3.3 FACTORES QUE INDICAN LA PRESENCIA DE CONDUCTOS ADICIONALES

Una evolución no favorable posterior a la terapia endodóntica puede estar influenciada por diferentes factores, uno de ellos es la presencia de conductos adicionales.⁹ Existen ciertos signos que pueden indicarnos la presencia de dichos conductos, como lo es la persistencia de sangrado aún después de la instrumentación en caso de piezas vitales, rarefacciones laterales a la raíz al tratarse de piezas necróticas, la localización excéntrica del conducto y de la lima al registrar la longitud de trabajo radiográficamente, lecturas inconsistentes del localizador apical, sensación de enganche, formación de burbujas como reacción de la persistencia de tejido orgánico con el hipoclorito de sodio empleado, y finalmente la terminación abrupta del conducto principal al observar la radiografía del diente a tratar.^{9,10}

Una interpretación radiográfica cuidadosa de las piezas dentales es necesaria para no pasar por alto conductos adicionales, lo que en gran medida depende de la disponibilidad de una excelente radiografía inicial y, de ser posible se debería tomar dos radiografías con dos angulaciones horizontales diferentes.¹⁰

3.4 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

Se han planteado algunas clasificaciones para agrupar la variabilidad de sistemas de conductos radiculares, las mismas que llevan el nombre del autor que las propone. Weine (Clasificación de Weine), categoriza al sistema de conductos en cuatro tipos básicos, a diferencia de Vertucci (Clasificación de Vertucci), quien mediante la técnica de diananización y empleando hematoxilina encontró una mayor variedad en cuanto al sistema de conductos, logrando identificar ocho configuraciones.^{2,10,14}

3.4.1 CLASIFICACIÓN DE WEINE²

Weine clasifica al sistema de conductos radiculares en cuatro grupos²: (Fig. 5)

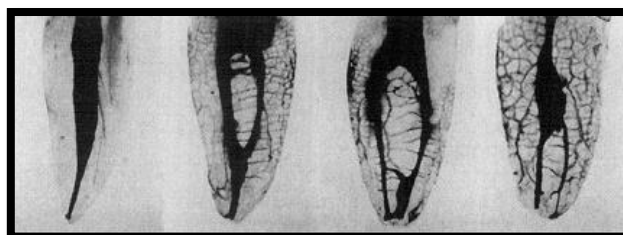


Fig. 5: Clasificación de Weine. Tomado de: Miyashita M, Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Sekizawa T, *Root Canal System of the Mandibular Incisor*, J Endod, 1997, 23:8, 479-484

TIPO I: Un conducto que va desde la cámara pulpar al ápice radicular (1).

TIPO II: Dos conductos separados parten desde la cámara pulpar y se fusionan a nivel del tercio apical para terminar en un sólo conducto hasta el ápice radicular (2-1).

TIPO III: Dos conductos que parten desde la cámara pulpar para terminar en dos foraminas diferentes a nivel apical (2).

TIPO IV: Un conducto que parte desde la cámara pulpar, dividiéndose a nivel del ápice en dos conductos con foraminas distintas (1-2).

3.4.2 CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI¹⁰

Una clasificación del sistema de conductos radiculares de mayor amplitud es propuesta por Vertucci, la misma que agrupa ocho tipos de conductos radiculares que pueden disponerse en los diferentes grupos dentarios. (Fig. 6)

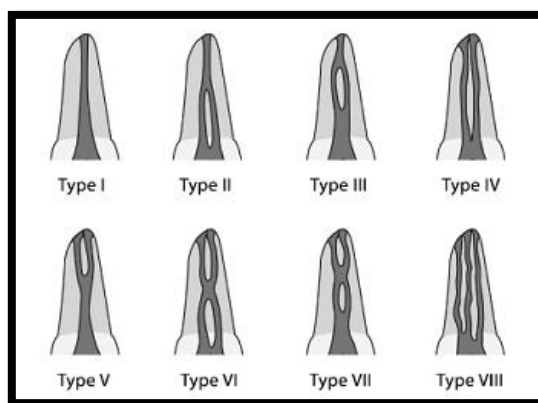


Fig. 6: Clasificación de Vertucci. Tomado de: *Vertucci F. J., Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures, Endod Topics 2005, 10, 3-29*

TIPO I: un conducto único que se extiende desde la cámara al ápice (1).

TIPO II: dos conductos separados parten desde la cámara pulpar y se unen próximos al ápice, para terminar en uno solo (2-1).

TIPO III: Un conducto que parte desde la cámara para luego a nivel del tercio medio dividirse y posteriormente unirse, terminando en un solo conducto a nivel apical (1-2-1).

TIPO IV: Dos conductos separados que parten de la cámara pulpar y terminan como tales a nivel apical (2).

TIPO V: un conducto que inicia a nivel de la cámara para luego dividirse y terminar en dos conductos separados a nivel apical (1-2).

TIPO VI: dos conductos que emergen desde la cámara, a nivel del tercio medio se fusionan para luego nuevamente dividirse y terminar en dos foraminas diferentes a nivel apical (2-1-2).

TIPO VII: un conducto que parte desde la cámara, a nivel medio se divide para inmediatamente fusionarse, ya próximo a ápice se vuelve a dividir para terminar como dos conductos individuales hasta el ápice. (1-2-1-2)

TIPO VIII: tres conductos separados inician desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular. (3)

En lo que respecta a porcentajes en el estudio de Vertucci mencionado anteriormente, en incisivos inferiores, tanto centrales como laterales, de cien dientes en cada uno de los grupos, se encontró que en incisivos centrales la distribución fue: 70% tipo I, 5% tipo II, 22% tipo III, 3% tipo IV, a nivel de laterales se encontró la siguiente distribución, 75% tipo I, 5% II, 18% III, 2% IV.¹⁴

Diversos autores refieren que la variabilidad en la configuración del sistema de conductos está en relación directa con el perfil racial; así por ejemplo pacientes de raza negra presentan una mayor prevalencia de conductos adicionales..^{10,14}

3.5 FRECUENCIA Y GRADO DE CURVATURA EN INCISIVOS INFERIORES

El conocimiento preciso de la morfología del conducto radicular es necesario para efectuar una adecuada limpieza y conformación, con lo que se evitan

inconvenientes como transportaciones, perforación en banda, formación de escalones, perforaciones, entre otros.^{15,16}

Varios métodos han sido empleados con el fin de analizar el grado de curvatura de los diferentes grupos dentarios, entre los que destacan la técnica de diafanización, radiografía convencional, uso de medios de contraste, cortes seccionales, microscopía electrónica de barrido, tomografía microcomputarizada, imagen microscópica con resonancia magnética en 3D.^{15,16}

Está bien establecido que una de las características que puede dificultar la instrumentación del conducto radicular es su grado de curvatura, por lo cual autores como Schneider señala que conductos de trayecto recto son preparados con mayor facilidad que conductos curvos.¹⁶ Las técnicas de Schneider y Weine han sido propuestas con la finalidad de determinar la curvatura en conductos radiculares, siendo la primera la más empleada y consiste en dividir las curvaturas radiculares en diferentes ángulos de raíz, al dibujar una línea recta en el eje longitudinal del conducto radicular en la radiografía y una segunda línea recta desde el foramen apical hasta el punto donde el conducto se desvía del eje longitudinal del diente.^{15,16}

Pruett et al, al medir la fatiga cíclica de instrumentos de níquel titanio, indican que la curvatura del conducto debe ser obtenida mediante dos medidas, esto es, el ángulo de la curvatura y el radio de la curvatura, determinados matemáticamente a través de una radiografía.¹⁵

En un estudio realizado para determinar la curvatura de 396 incisivos inferiores centrales y laterales, Willershausen et al encontraron en los incisivos laterales inferiores al menos una curvatura en 118 casos (79,7%), en tanto que en los incisivos centrales inferiores mostraron al menos una curvatura en 82 casos (33,1%). En el siguiente esquema destaca el método digital empleado para obtener los datos sobre curvaturas en incisivos inferiores en este estudio.¹⁶ (Fig. 7)

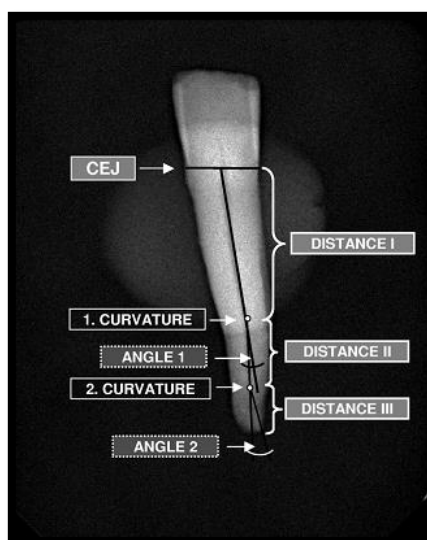


Fig. 7: Esquema gráfico sobre distancia, ángulos y localización de curvaturas en incisivos inferiores. Tomado de : Willershausen B, Kasaj A, Röhrig B, Marroquin B, *Radiographic Investigation of Frequency and Location of Root Canal Curvatures in Human Mandibular Anterior Incisors In Vitro*, J Endod 2008;34:152–156

La presencia de curvaturas secundarias se observó en pequeños porcentajes, en incisivos centrales inferiores 3% y en laterales 9% ¹⁶

FRECUENCIA DE CURVATURA DEL CONDUCTO RADICULAR EN 396 INCISIVOS INFERIORES				
PIEZA DENTAL	N (396)	Sin curvatura (%)	1 curvatura (%)	2 curvaturas (%)
Incisivo central izquierd	122	85 (70)	34(28)	3(2)
Incisivo central derecho	126	81(64)	45(36)	0(0)
Incisivo lateral izquierd	70	16(23)	53(76)	1(1)
Incisivo lateral derecho	78	14(18)	56(72)	8(10)

Tabla 1: Curvatura en incisivos inferiores. Presencia de 1 o 2 curvaturas. Tomado de: Willershausen B, Kasaj A, Röhrig B, Marroquin B, *Radiographic Investigation of Frequency and Location of Root Canal Curvatures in Human Mandibular Anterior Incisors In Vitro*, J Endod 2008;34:152–156

El ángulo medio presente para la primera curvatura fue de 10.5 ° en el caso de incisivos centrales izquierdos y 10,2 ° para los derechos. En los incisivos laterales izquierdos, los valores medios fueron 11,7 ° y en los derechos 11.1 °. Los resultados obtenidos indican que existe un alto porcentaje de incisivos inferiores con una curvatura promedio ubicada 13mm apicalmente a la unión cemento esmalte.¹⁶

En 1085 incisivos inferiores en los cuales se investigó el grado de curvatura y su frecuencia, Miyashita y Kamahara determinaron que sólo el 3.7% de la muestra presentó una curvatura mayor a 20° y, en lo referente a la dirección de la curvatura, el 67.9% estaba orientada en sentido labial y ninguno en dirección lingual.²

3.6 FRECUENCIA DE BIFURCACIÓN EN INCISIVOS INFERIORES

Desde el punto de vista anatómico, los incisivos inferiores presentan a nivel radicular surcos longitudinales ubicados en mesial y distal que podrían dar lugar a la formación de bifurcaciones.⁸ La bifurcación del conducto radicular consiste en la división a partir de un conducto simple en dos conductos de menor tamaño que siguen trayectos en ciertos casos divergentes denominándose bifurcación total, con dos forámenes diferentes, y en otros podrían nuevamente unirse para terminar en un solo conducto, lo cual toma el nombre de bifurcación parcial o incompleta.^{8,9,17} (Fig. 8)

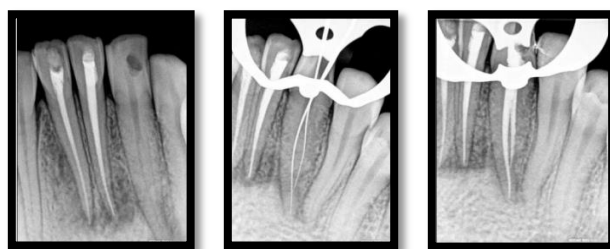


Fig. 8: reporte de caso, paciente 41 años, dolor moderado desde hace 15 días, radiografía periapical que muestra abrupta interrupción del conducto principal a nivel del tercio medio bifurcándose, conductometría que

indica la disposición del conducto radicular en 1-2-1, obturación con System B + AH plus y Obtura II. Tomado de: Ashok Khandelwal, Prashanth M., *An Endodontic management of mandibular incisor with bifurcated root canal*, *Int J Dent Clin*, 2011:3(2): 87 -88

Si la bifurcación es parcial, al momento de realizar la terapia endodóntica el irrigante y/o el cemento sellador podrían fluir hacia la porción del conducto no instrumentada y, en el caso de la bifurcación completa, al no ser localizado este segundo conducto conducirá a una evolución no favorable debido a la posible persistencia de detritus y microorganismos en el conducto.⁸

La disposición del sistema de conductos en incisivos inferiores es un aspecto importante a tomarse en cuenta durante la realización de la terapia endodóntica ya que podrían generarse complicaciones que deriven en una evolución no favorable debido a la presencia de bifurcaciones, conductos accesorios, secundarios o laterales no tratados durante el tratamiento de endodoncia. En ciertos casos las bifurcaciones o conductos adicionales no se hacen visibles radiográficamente por lo cual se requiere hacer cambios de angulaciones para obtener una mejor visión de la pieza a tratar.^{8,10, 16, 17, 18}

Estudios realizados por Oliveira y Moraes, mediante técnicas in vivo e in vitro, empleando como medio diagnóstico la radiografía digital, determinaron en el 82.5% de casos la presencia de un conducto en la muestra evaluada in vivo, y en los evaluados de manera in vitro el 85% y 80% en sentido bucolingual y mesiodistal respectivamente. (Gráf. 1). Además en lo referente a bifurcaciones en el 20% de dientes evaluados de manera in vitro y en dirección mesiodistal, mientras que en dirección bucolingual el 17,5% evaluados in vivo y el 15% in vitro presentaron bifurcación o características de indicios de bifurcación. Existe el reporte de ciertos estudios al igual que el realizado por Oliveira, en donde se menciona que al analizar incisivos laterales inferiores desde el punto de vista bucolingual, se logra determinar un mayor número de conductos adicionales que

al ser analizados desde mesiodistal, esto se cree es debido al achatamiento característico que presentan estas piezas en sentido mesiodistal.⁸

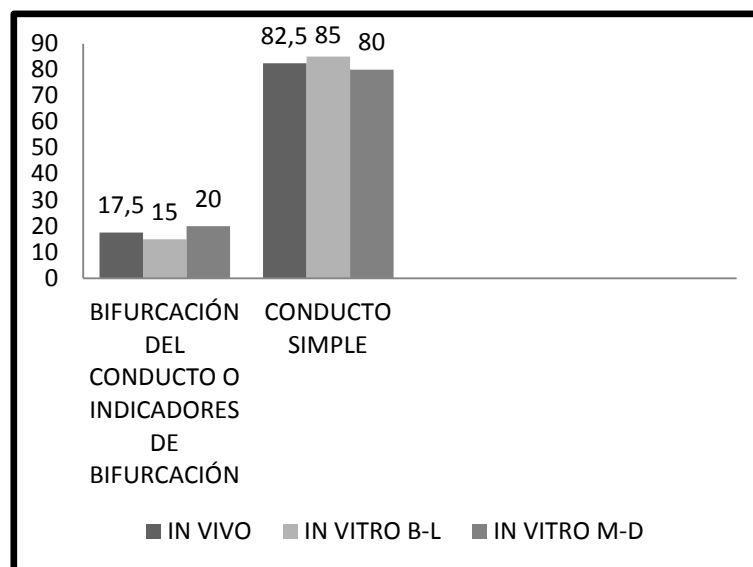


Gráfico 1: Porcentaje de la presencia de bifurcaciones en estudios in vivo e in vitro. Tomado de Gonçalves de Oliveira S, De Moraes L, Faig-Leite H, In vitro incidence of root canal bifurcation in mandibular incisor by radiovisiography, J Appl Oral Sci.2009;17(3):234-239

Miyashita et al, determinaron una baja incidencia de bifurcaciones indicando que el 87.8% presentaba un solo conducto (Tipo I), el 12.4% presentaba dos conductos separados y solamente el 3.1% presentó un conducto Tipo III y IV. De igual manera la incidencia de conductos laterales fue del 7% y se presentaban de forma muy estrecha, oscilando su diámetro entre 0.1 a 0.2mm y, en cuanto a ramificaciones apicales su ocurrencia fue del 20%.²

En un estudio in vitro realizado en una población turca, se determinó la presencia de anastomosis transversas, deltas apicales, tipos de conductos, ramificaciones, así como la localización del foramen apical en mil cuatrocientos dientes, lográndose identificar a nivel de incisivos laterales inferiores una alta incidencia de deltas apicales, al igual que en primer y segundo premolares superiores y segundo premolar inferior.¹⁴

Nimet en su estudio realizado con thermafil para la determinación de bifurcaciones en incisivos inferiores y la eficacia de este material para obturarlos, reporta la presencia de estas piezas con un sólo conducto en el 71% de los casos y el 29% con bifurcaciones, de estos últimos el 60% presentó un conducto tipo II, 35% tipo III, 5% tipo IV. Además tres de los dientes con un conducto principal presentaron ramificaciones a nivel apical.¹⁸

La presencia de conductos accesorios o adicionales se considera es proporcional a la edad del paciente; se ha logrado determinar un mayor número de estos en pacientes entre 35-45 años que en pacientes mayores a 55 años, en quienes el número bifurcaciones, conductos accesorios o ramificaciones se ve disminuido debido a la presencia de calcificaciones.¹⁸ (Fig. 9)

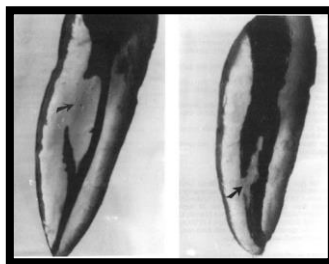


Fig. 9: Presencia de calcificaciones en incisivos inferiores. Tomado de: Nimet Gencoglu, Incidence of furcated canals in mandibular incisors and efficacy of thermafil obturator, Saudi Dent J, 2000, 12: 2, 72-76

Especialistas en el área de Endodoncia, deberían ser capaces de visualizar todos los conductos presentes y tratarlos adecuadamente, ayudados de diferentes medios de diagnóstico como técnicas radiográficas y sus variaciones, con la finalidad de tener una perfecta visualización de los mismos.^{16,18}

Otra herramienta diagnóstica que ha logrado aumentar la efectividad y calidad de la terapia endodóntica en la actualidad es el empleo de magnificación. El uso de dispositivos como lupas, microscopio quirúrgico y recientemente el endoscopio pueden mejorar la capacidad diagnóstica, debido a una mejor visualización del campo operatorio, permitiendo la detección de istmos, conductos accesorios, microfracturas radicales, así como el retiro de instrumentos fracturados, manejo

de conductos calcificados, reparación de perforaciones y la examinación final de la preparación del conducto. Además, se considera que el uso de estos dispositivos ha reducido el estrés operativo, debido a una mejor posición adoptada por el operador.^{19,20}

3.7 REGIÓN APICAL DE LA RAÍZ ¹⁰

A nivel apical existen tres puntos histológicos importantes a tomar en cuenta al momento de realizar la terapia endodóntica en cualquier pieza dental, estos son la Constricción apical, Foramen Apical y la Unión Cemento Dentina.¹⁰ (Fig. 10)

Constricción apical (AC): Kuttler menciona que un conducto tiende a disminuir su diámetro conforme se acerca a la AC que por lo general se encuentra a 0,5-1,5mm hacia dentro del foramen apical; es considerada la porción más pequeña del conducto en lo referente a diámetro. Además es el punto de referencia más tomado en cuenta al momento de realizar la terapia endodóntica; desde la AC (diámetro menor) hacia el foramen apical (diámetro mayor) el conducto se ensancha, tomando la forma de una campanilla o embudo. Se ha determinado que la distancia entre estos dos diámetros puede ser de 0,5mm en jóvenes y de 0,67mm en una persona mayor; el aumento de la longitud en personas mayores se debe al mayor depósito de cemento.¹⁰

Foramen apical: es aquella zona que determina el fin del conducto cementario a nivel de la superficie externa de la raíz. Kuttler indica que el diámetro del foramen apical varía con la edad, y menciona valores como 502 μm en personas de 18-25 años y 681 μm en personas mayores a 55 años; a nivel de incisivos inferiores, se estima que el diámetro promedio es de 262.5 μm . Estudios demuestran que el foramen apical coincide con el ápice anatómico en el 17-46% de los casos.¹⁰

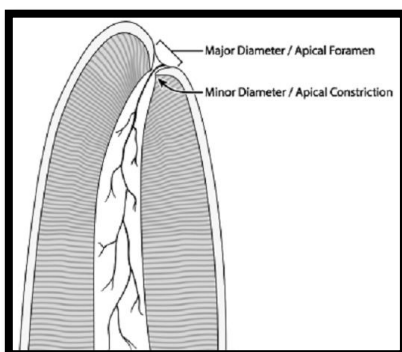


Fig. 10: Localización de foramen mayor y menor. Tomado de: Vertucci F. J., *Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures*, *Endod Topics* 2005, 10, 3–29

Unión cemento dentina (CDJ): es un punto en el conducto radicular donde el cemento se une con la dentina y donde el tejido pulpar termina y el tejido periodontal comienza. Por lo general no es un punto fijo y autores como Smulson et al, indican que la CDJ queda a 1mm del foramen apical, pudiendo ésta coincidir o no con la constricción apical.¹⁰

3.8 TERAPIA ENDODÓNTICA EN INCISIVOS INFERIORES

Erróneamente hasta la actualidad se generaliza conocimientos no sólo sobre la forma y número de conductos en incisivos inferiores, sino también sobre la forma de llevar a cabo una correcta terapia endodóntica en estas piezas dentales, ambas situaciones fundamentales para cumplir a su vez con un objetivo inherente a de todo tratamiento endodóntico como es lograr una evolución favorable del tratamiento.²

3.8.1 TIPO DE ACCESO ENDODONTICO IDEAL EN INCISIVOS INFERIORES

El principal objetivo de la preparación de la cavidad de acceso en endodoncia es lograr identificar el orificio de entrada a cada uno de los conductos que posea la pieza dental, logrando así un acceso en línea recta hasta el ápice radicular y conservando la estructura dental.²¹

El realizar un adecuado acceso, refiriéndose sobre todo a la extensión del mismo, estará directamente relacionado con la anatomía de la pieza dental y la búsqueda de un posible conducto adicional. Se ha sugerido que la extensión de la cavidad de acceso en incisivos inferiores de pacientes jóvenes y adultos mayores sea de forma triangular u ovalada, respectivamente, puesto que el espacio de cámara pulpar con el pasar del tiempo disminuye de tamaño, por lo cual una cavidad de acceso triangular realizada con el objetivo de eliminar cuernos pulpares, no se indicaría en todos los casos.²²

La información obtenida en el estudio realizado por Nielsen y Shahmohammadi, sugiere que la preparación mesiodistal del acceso en personas de 40 años de edad, no debería sobrepasar a 1mm, pese a estos datos obtenidos indican que independiente de la edad del paciente, la forma y extensión de la cavidad de acceso está íntimamente relacionada con la anatomía de la pieza dental y lograr el objetivo de localizar conductos adicionales, realización de limpieza, conformación y obturación del sistema de conductos. De ahí que, se considera que el realizar un acceso mayor a 1mm se justifica y es necesaria para una adecuada limpieza y conformación. Tomando en cuenta los resultados obtenidos en este estudio parece innecesario el realizar cavidades de acceso entre 1,78 y 2,28 mm en pacientes mayores que 40 años de edad.²²

Como se mencionó anteriormente existe una alta incidencia de dos conductos o de bifurcaciones en incisivos inferiores, de ahí que al realizar un acceso por lingual, que es el tipo de acceso que se ha venido realizando tradicionalmente,

existe una gran posibilidad de que el conducto lingual quede sin tratar debido a la dificultad de ser detectado por el tipo de acceso empleado. Autores como Jabín mencionan realizar el acceso lo más cercano posible al cíngulo, con el objetivo de eliminar el bulbo de dentina presente a este nivel, permitir un acceso en línea recta y así poder identificar y conformar el conducto lingual, en caso de existir. En incisivos con el borde incisal intacto el acceso recomendado es orientado un poco hacia vestibular, para permitir de igual manera el acceso recto a la entrada del conducto. Debido a que son piezas que sufren proceso de atrición, se menciona que al presentar estos dientes un desgaste excesivo o moderado, la apertura a realizarse se ubicará a nivel del borde incisal.^{10, 21} (Fig. 11)

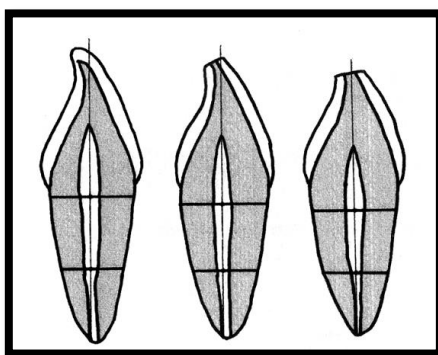


Fig. 11: Localización de la apertura cameral ideal en incisivos inferiores. En piezas con desgaste del borde incisal, a mayor desgaste la ubicación de la apertura será más hacia vestibular. Tomado de: *Mauger M, Ware R, Alexander J, Schindler W, Ideal Endodontic Access in Mandibular Incisors, J Endod 1999, 25:3, 206-207*

Por otro lado, se debe recalcar que según la cantidad de diente remanente en la pieza endodonciada, en este caso incisivos inferiores, irá el tipo de restauración definitiva, por lo cual se recomienda realizar preparaciones no muy extensas en caso de tratarse de dientes vitales, únicamente eliminar el tejido dentario necesario. Al tratarse de dientes cariados la misma deberá de ser eliminada en su totalidad, para según el tejido remanente valorar el tipo de restauración a colocar.
10, 21, 23

Otra consideración que tal vez no ha sido muy tomada en cuenta al momento de restaurar incisivos inferiores con cualquier tipo de poste, es el menor espesor o

volumen que este presenta así como el diámetro mesiodistal que también es mínimo. Por lo antes mencionado se indica que la preparación para postes en estos dientes sea lo más conservadora posible, con lo que se evita realizar posibles perforaciones así como se logra aumentar la resistencia a la fractura.²³

4. Metodología empleada para el estudio de la anatomía interna

La anatomía interna del sistema de conductos ha sido estudiada por métodos in vivo e in vitro, los métodos in vivo involucran el tratamiento clínico así como el seguimiento radiográfico, mientras que dentro de los métodos in vitro se incluyen:¹

- Observación microscópica
- Seccionamiento microscópico
- Seccionamiento macroscópico
- Tintes
- Obturación del sistema de conductos y diafanización
- Radiográfico
- Medio de contraste
- Tomografía de haz de cono
- Tomografía microcomputarizada

4.1 HISTORIA DEL ESTUDIO DE ANATOMÍA INTERNA

Se han realizado estudios sobre anatomía dental tanto interna como externa. En el caso de la anatomía externa no representa mayor dificultad debido a que el método más empleado es la inspección visual. En lo referente a la anatomía

interna se han propuesto un gran número de técnicas que permitan obtener el conocimiento requerido sobre la misma.²⁴

TÉCNICAS DE ESTUDIO DE LA ANATOMÍA INTERNA	
MÉTODO DE DESCALCIFICACIÓN	
Preiwerk 1901	Inyección de metal fundido en el interior del conducto, el cual posteriormente se endurecía
Ficher 1908	Empleó celuloide disuelto en acetona
Hess 1917	Inyección de goma líquida; vulcanización interna
Favieri et al 1988, Fröner 1992	Inyección de resinas en el interior del conducto
MÉTODO DE DESGASTE	
Loos 1909, Pucci y Reig 1944	Estudio topográfico de la cavidad pulpar por medio del método de desgaste
MÉTODO DE DIAFANIZACIÓN	
Herman Prinz 1913	Diafanización propuesta por Spalteholz 1906
Okumura 1918 y 1927	Diafanización más la inyección de tinta nanquín en el interior del conducto. Fue el primero en clasificar los conductos radiculares de acuerdo a su distribución.
De Deus 1960, Rankin, Henry y Wilson 1965, Hasselgreen y Tronstad 1975; Robertson et al 1980; Pécora et al 1986, 1990, 1992, Kartal y Yanikoglu 1992, Miyashita 1997	
MÉTODO RADIOGRÁFICO	

Müeller 1933	Propone el método radiográfico, con la desventaja de no reproducir la tridimensionalidad que posee el sistema de conductos.
Baker y Parson 1969, Pineda y Kuttler 1970, Benjamin y Dowson 1974, Harrison 1977.	
CORTES HISTOLÓGICOS SERIADOS	
Barret 1925 y Coolidge 1929	Estudiaron la anatomía interna por medio de cortes histológicos seriados. Como desventaja de esta técnica es el ser muy costosa.

Tabla 2: Historia del estudio de la anatomía interna. Modificado de:

- Pécora J. *Una breve historia de los métodos de estudios de la anatomía interna de los dientes humanos*, 2005
- Ezoddini F., Mohammadi Z., Tabrizzadeh M., *Root Canal Morphology of Human Mandibular Incisors in Yazd Province, Dental Research J.* 2006, 3(1), 1-3

4.2 TÉCNICAS DE ESTUDIO MÁS DESTACADAS

4.2.1 Método Radiográfico Convencional

No cabe duda que una de las ayudas diagnósticas más valiosas al momento de realizar la terapia endodóntica es el diagnóstico radiográfico. En muchas ocasiones esta interpretación puede verse obstaculizada por la superposición de imágenes del tejido duro que rodea al diente, evitando la visualización de la morfología del sistema de conductos radiculares.²⁵

En ciertas ocasiones resulta difícil el visualizar la presencia de un conducto adicional radiográficamente. Autores como Rankine, Wilson y Henry refieren que si el conducto extra se localiza en lingual, el nivel de dificultad será mayor, en estos casos la técnica radiográfica indicada consiste en tomarla desde un ángulo diferente, que pueda revelar dicho conducto.²⁶

El método radiográfico debe ser considerado como una ayuda diagnóstica y no como un método definitivo o certero para determinar la anatomía del sistema de conductos, puesto que existen investigaciones que corroboran lo antes mencionado, al demostrar que el método radiográfico ayuda pero no define en sí la anatomía presente. Así, Nattress y Matin en su estudio sobre predictibilidad del diagnóstico radiográfico en incisivos y premolares inferiores, y tomando como guía la desaparición o estrechamiento del conducto en una radiografía ortoradial, lograron determinar que este signo radiográfico no indica la presencia de un conducto adicional lo cual fue comprobado al realizar tomas radiográficas excéntricas. De un total de 455 incisivos inferiores, en 379 se realizó una predicción correcta de un sólo conducto, en 40 dientes de dos conductos, mientras que en 17 dientes se realizó una predicción de un conducto cuando fueron dos los presentes y en 19 incisivos la predicción incorrecta de dos conductos cuando en realidad se encontraba un conducto único.²⁷ (Gráf. 2)

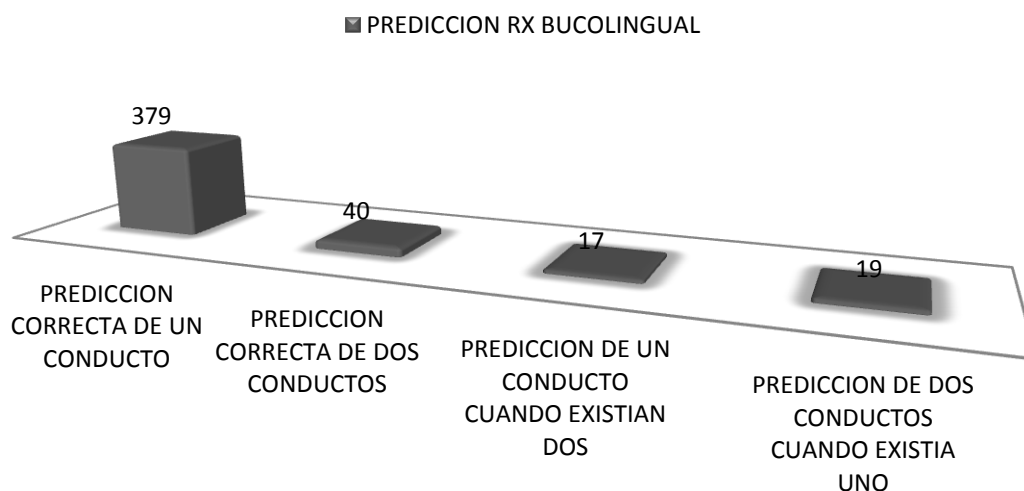


Gráfico 2: Predicción de la presencia de uno o dos conductos en incisivos inferiores. Tomado de: *Nattress B, Martin D, Predictability of radiographic diagnosis of variations in root canal anatomy in mandibular incisor and premolar teeth, Inter Endod J, 1991, 24,58-62*

Kaffe y Kaufman, al realizar un estudio radiográfico en dientes anteriores mandibulares, para determinar el número de conductos presentes en estas piezas dentales, encontraron que 15-17.5% de segundos conductos presentes en incisivos inferiores no fueron diagnosticados al realizar tomas en dirección bucolingual únicamente, por lo cual indican la importancia de realizar tomas ortoradiales y excéntricas, aumentando la efectividad de este método al ser empleado como auxiliar diagnóstico.²⁶ (Fig. 12)

Por estas razones se considera importante que el Endodoncista considere otros métodos que complementen su diagnóstico definitivo, dentro de lo cual se incluye la observación clínica.²⁷



Fig. 12: METODO RADIOGRÁFICO, Radiografías de incisivos inferiores; IZQ: desaparición del conducto a nivel del tercio medio por lo cual se sospecha la presencia de un segundo conducto. DERECHA: radiografía por la cual se descarta la presencia del conducto adicional. Tomado de: *Nattress B, Martin D, Predictability of radiographic diagnosis of variations in root canal anatomy in mandibular incisor and premolar teeth, Inter Endod J, 1991, 24,58-62*

4.2.2 Radiografía digital mejorada con medios de contraste

Para ejecutar esta técnica se procede en primera instancia a realizar cavidades de acceso en los dientes a estudiar. Posteriormente se extirpa el tejido pulpar ayudados por un tiranervios y se coloca la muestra en hipoclorito de sodio al 5% durante 30 minutos para disolver los restos de tejido orgánico.^{22,25} En ciertos casos, para obtener una imagen del conducto más clara, se recomienda permeabilizar el mismo hasta un instrumento #20, posterior a ello se lava el conducto con hipoclorito de sodio al 5% y agua destilada 20ml.²⁵

A continuación los dientes son secados para luego proceder a la inyección del medio de contraste al interior del conducto valiéndose de una aguja calibre 23-27, dependiendo del tamaño del conducto. Los dientes son sometidos al vacío a 24mm/Hg por dos minutos, y luego se hace una repetición de tres minutos. Para mejorar la penetración del tinte la muestra es colocada en ultrasonido por dos minutos. Los dientes son colocados en modelos de simulación para proceder a la

toma de radiografías mediante una unidad de radiografía digital en dirección bucolingual y con angulaciones de 0° y 30°. ^{25,28} (Fig. 13)

La ventaja de la técnica radiográfica con medio de contraste radica en que se logra hacer visible el conducto o la morfología del mismo, cuya visualización podría dificultarse debido a interposición ósea. ²⁵



Fig. 13: METODO RADIOGRÁFICO CON MEDIO DE CONTRASTE, Tomado de: BingFan, YuanGao, WeiFan, *Identification of a C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars—Part II: The Effect of Bone Image Superimposition and Intraradicular Contrast Medium on Radiograph Interpretation*, *J Endod* 2008;34:160 –165

Ciertas desventajas o discrepancias presentes en la radiografía con medio de contraste pueden ser²⁵: (Fig. 14)

1. La superposición de la imagen de conductos (bucal sobre lingual o viceversa).
2. El medio de contraste falla debido a una remoción incompleta del tejido orgánico en el interior de los conductos, formación de burbujas o presencia de calcificaciones.
3. Superposición de cemento o dentina o hueso



Fig. 14: METODO RADIOGRÁFICO CON MEDIO DE CONTRASTE, **DESVENTAJAS:** Izq, PRESENCIA DE BURBUJAS Y Derech, SUPERPOSICIÓN DE CONDUCTO. Tomado de: BingFan, YuanGao, WeiFan, *Identification of a C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars—Part II: The Effect of Bone Image Superimposition and Intraradicular Contrast Medium on Radiograph Interpretation*, J Endod 2008;34: 160 – 165

4.2.3 Modelado de conducto con material inerte

Esta técnica tiene como objetivo la reproducción tridimensional que se puede obtener al emplear ciertos materiales como es el caso de siliconas o resinas inyectadas en el conducto radicular, teniendo como resultado final la fiel reproducción del sistema de conductos radiculares.²⁹ (Fig. 15)

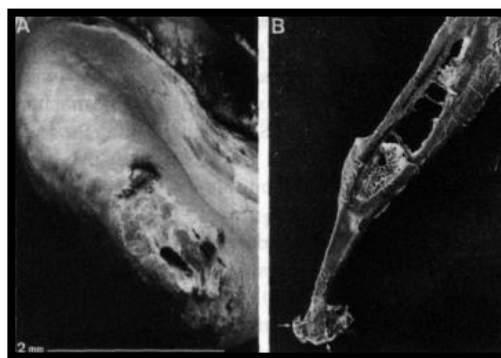


Fig. 15: TÉCNICA DE MODELADO DEL CONDUCTO, EMPLEANDO RESINAS VINÍLICAS. Tomado de: Gomes B, Rodrigues H, Tancredo N, *The use of a modeling technique to investigate the root canal morphology of mandibular incisors*, Intern Endod J 1996, 29, 29-36

Una investigación realizada con el objetivo de detectar conductos adicionales o laterales, que puedan ser una vía de comunicación entre la pulpa y el periodonto y que relacionen a este último con enfermedad periodontal fue realizada por Gomes et al., en donde se determinó que en los dientes con lesión periodontal fue baja la incidencia de dichos conductos. Una desventaja de esta técnica es la aplicación de material con alta densidad, característica que disminuiría la capacidad de fluir y reproducir con exactitud la forma del espacio del conducto radicular.²⁹

4.2.4 Técnica de diafanización y tinción de conducto radicular

El proceso en el cual una muestra se hace diáfana o transparente, mediante técnicas que igualan los índices de refracción de la luz del interior del órgano con el medio que lo contiene, se denomina **diafanización**.

La técnica de diafanización o también llamada de clarificación tiene una importancia considerable en el estudio de la anatomía interna del conducto radicular, permitiendo visualizar la forma original de este y sus posibles anastomosis, así como conductos laterales, accesorios, secundarios, entre otras variaciones anatómicas.⁴

Existen muchos protocolos para someter a diafanización a las piezas dentales en estudio, dentro de ellos los más destacados son la Técnica de Robertson y la Técnica de Venturi.

4.2.4.1 Técnica de Robertson³⁰

La muestra a ser estudiada debe pasar en primera instancia por una etapa de limpieza y remoción de tejido periodontal y cálculos. Posteriormente con una fresa

redonda se realiza una cavidad conservadora a nivel de la cámara pulpar y con la ayuda de una lima #10 se realiza una ligera patencia.

Los dientes pasan luego a ser colocados en una solución de hipoclorito de sodio al 5% por 24 horas para disolver el tejido orgánico y debris del sistema de conductos radiculares, para luego proceder a un lavado con agua corriente por 2 horas.

A continuación las muestras son sumergidas en ácido nítrico al 5% a temperatura ambiente por 3 días con el objetivo de realizar su descalcificación. La sustancia ácida debe ser renovada diariamente y agitada tres veces al día manualmente.

Una vez completada la descalcificación, se sumergen los dientes en agua durante 4 horas. Posteriormente son deshidratados con concentraciones de alcohol que van desde el 80% toda una noche, 90% una hora y tres enjuagues de alcohol al 100% cada uno de ellos con duración de una hora.

Finalmente los dientes son colocados en salicilato de metilo con el objetivo de obtener su transparentación, objetivo que se consigue al cabo de 2 horas aproximadamente.

Para lograr una visualización de la anatomía interna se procede a la inyección de tinta china en el sistema de conductos, para lo cual se requiere del empleo de un agua calibre 27. Mediante la aplicación de presión negativa en la porción apical de los dientes, con el empleo de un sistema de succión central, la tinta empieza a dibujar el sistema de conductos.

El exceso de tinta es removido de la superficie dental con una gasa embebida en alcohol, para luego retornar a la solución de salicilato de metilo.

4.2.4.2 Técnica de Venturi³¹

Las piezas dentales son sumergidas en una solución de ácido fórmico al 7%, ácido hidriclorhídrico al 3% y citrato de sodio al 8% durante 14 días, con un recambio de la solución cada tres días y mantenidas en agitación continua con un agitador mecánico (Agitador 722). Posteriormente las piezas son lavadas en agua corriente por 2 horas, para luego ser sumergidas en ácido acético al 99% durante una noche.

Pasado el tiempo indicado las muestras son enjuagadas en agua destilada y luego deshidratadas en etanol en grados ascendentes, 25%, 50%, 70%, 90% 95% y 100%, durante treinta minutos en cada concentración.

Una vez conseguida la deshidratación, las piezas dentales son finalmente colocadas en salicilato de metilo para su clarificación.

VENTAJAS ^{24,30}

- La rapidez con que el proceso puede ser realizado, pues requiere máximo de 5-15 días, mientras que otros requieren semanas e incluso meses
- Simplicidad de la técnica
- Equipamiento y espacio pequeño para realización de la técnica
- Conserva la forma original de las raíces
- Posibilita la observación de pequeñas alteraciones existentes en los conductos radiculares
- Es un método que reduce las posibilidades de fracaso.
- Los dientes diafanizados pueden ser conservados por mucho tiempo
- Productos menos tóxicos y poco costosos
- Herramienta muy útil en procesos de docencia-aprendizaje.

DESVENTAJAS ³⁰

- Pese a que la técnica es sencilla, tiene como desventaja el determinar el punto ideal de descalcificación, el cual se considera que es evidenciado al momento que el esmalte dental se disuelve.
- Otra desventaja es el punto ideal de deshidratación, debido a que si no se realiza adecuadamente el resultado es la presencia de áreas opacas en el diente, lo cual es evitado al emplear alcohol al 100%.

4.2.5 Técnica de diafanización con tinción de conducto modificada³²

La técnica convencional de diafanización ha sido modificada en una nueva técnica debido a que le son inherentes ciertas deficiencias como (Fig. 16-A):

1. La cavidad de acceso efectuada podría destruir la morfología de la corona, especialmente a nivel de cámara pulpar.
2. La penetración de la tinta a través del foramen apical podría disminuir la presión negativa.
3. La presión negativa podría no resultar la suficiente como para reproducir detalles finos: conductos laterales, accesorios, deltas apicales, entre otros.

Por los motivos antes expuestos se ha propuesto esta nueva técnica, la misma que se describe a continuación³²:

- Los dientes son lavados y guardados en peróxido de hidrógeno al 3% hasta completar el total de la muestra.
- Posteriormente son colocados en hipoclorito de sodio 3.25% por 1 hora para remover el tejido blando adherido e inmediatamente se procede a retirar los cálculos remanentes mediante un cavitron.

- Los dientes son lavados con agua por dos horas y secados durante toda la noche.
- Inmersión de la muestra en tinta china 50% sin la realización de un acceso cavitario previo, posteriormente son colocados en una cámara de oxígeno hiperbárico por 2 horas a una presión de 0.6Mpa, procedimiento que permitirá que la tinta fluya a través del sistema de conductos radiculares mediada por presión positiva. (Fig. 16-B)

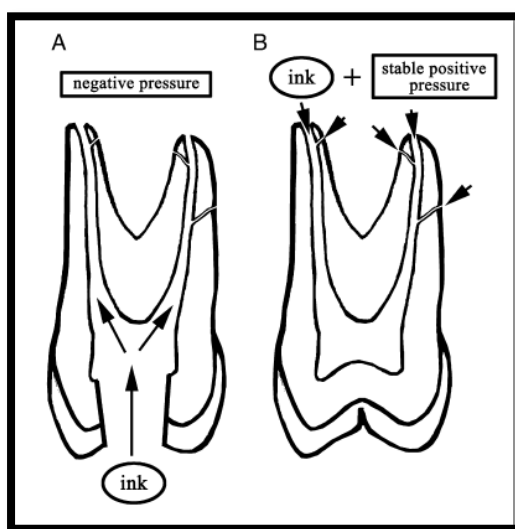


Fig. 16: Diagrama sobre técnica de diafanización con tinción convencional (A) y diafanización con tinción modificada (B). Tomado de: Weng Xi Li, Yu SB, Zhao SL, et al. *Root canal morphology of permanent maxillary teeth in the Han nationality in Chinese Guanzhong area: a new modified root canal staining technique. J Endod* 2009;35:651–6.

- Al cabo de 2 horas, los dientes son lavados con agua y a continuación son desmineralizados mediante el empleo de ácido nítrico 5% por 7 días a temperatura ambiente con recambio diario.
- Los dientes son lavados en agua por 3 horas, secados para ingresar al proceso de deshidratación con etanol al 75, 85, 95 y 100% con un tiempo para pasar a la siguiente concentración de 12 horas cada uno.

- Finalmente los dientes son colocados en salicilato de metilo por 2 días con el objetivo de lograr su transparentación. (Fig. 17)

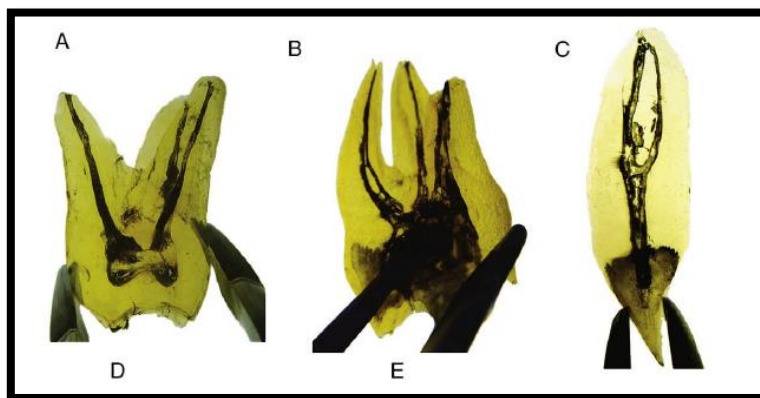


Fig. 17: Diafanización con tinción modificada. Nótese la ausencia de apertura o desgaste cameral. Tomada de: Weng Xi Li, Yu SB, Zhao SL, et al. Root canal morphology of permanent maxillary teeth in the Han nationality in Chinese Guanzhong area: a new modified root canal staining technique. *J Endod* 2009;35:651–6.

Dentro de las ventajas que se pueden mencionar en esta técnica está la integridad de la pieza dental a estudiar, las dimensiones a nivel de la cámara pulpar no son modificadas y, pese a ser una técnica muy fiable, la principal desventaja que presenta es el no poder ser realizada *in vivo*, al igual que la técnica convencional obviamente.^{28,32}

4.2.6 Tomografía computarizada

La palabra "tomografía" proviene de dos términos griegos, tomos: partes y graphos: registro. Así la tomografía consiste en la obtención de imágenes de un cuerpo en partes o cortes, localizados dentro de un plano determinado,

permitiendo la visualización de una zona en particular con nula o escasa superposición de estructuras.³³

De acuerdo al formato del haz de rayos X empleado, la tomografía computarizada puede clasificarse en Tomografía computarizada tradicional de haz de rango (fan beam), tomografía computarizada de haz volumétrico o de haz de cono (cone beam - CBCT) o tomografía de volumen digital ³³.

4.2.6.1 Tomografía computarizada tradicional (CT scan) (fan beam)

Tachibana y Matsumoto en 1990 reportan por primera vez la aplicación de la tomografía computarizada en endodoncia.²⁸ Este tipo de tomografía usa un sistema de haz en rango (fan beam)³² y múltiples exposiciones alrededor de un objeto para revelar la arquitectura interna del mismo, ayudando al especialista a observar la morfología y patología en tres dimensiones. A nivel de Endodoncia es empleada para determinar la localización, variabilidad del sistema de conductos radiculares, preparación del conducto radicular, obturación y remoción de material de obturación.²⁸

Una desventaja de este tipo de CT scan es que debido a que gira varias veces alrededor del mismo objeto, debido al espesor del tejido en estudio y los cortes que necesita realizar, se incrementa tanto el tiempo de exposición como la dosis de radiación que recibe el paciente, al ser comparada con la CBCT.^{28,33}

4.2.6.2 Tomografía computarizada con haz volumétrico (CBCT) (cone beam)

En el campo odontológico se ha originado un sin número de cambios tecnológicos que incluyen métodos de diagnóstico hasta nuevas técnicas de

tratamiento. Dentro de los métodos de diagnóstico con los cuales se obtiene exámenes por imagen con mayor especificidad y sensibilidad se menciona la **Tomografía de Haz volumétrico (CBCT)**³³

Este sistema fue desarrollado con el objetivo de evaluar los tejidos duros para ayudar en el diagnóstico oral y maxilofacial y la planificación de implantes. La exposición a la radiación del paciente con un TAC convencional es de aproximadamente 100 a 300 microsieverts (μSv). Sin embargo, la exposición a la radiación con CBCT es de 34 a 102 mSv, es decir con el advenimiento de la CBCT se reduce la dosis, obteniendo imágenes en menos tiempo y sin distorsiones.³⁴

La tomografía computarizada de haz volumétrico permite que la imagen sea obtenida como un volumen y no como un plano, como ocurre en la tomografía computarizada médica, lo que proporciona a la Odontología la reproducción de la imagen tridimensional de los tejidos mineralizados maxilofaciales, con mínima distorsión y dosis de radiación significativamente reducida en comparación a la tomografía computarizada tradicional.^{33,34}

Diversos términos se han empleado con el objetivo de describir a la CBCT: tomografía computarizada de haz cónico, tomografía volumétrica dental, imagen volumétrica del haz cónico y tomografía computarizada dental.³³

En esta técnica se realizan tomas o cortes en sentido axial, coronal y sagital en las piezas dentales a examinar, las variaciones en cuanto a los cortes ejecutados son llevados a cabo por razones odontológicas, sobre todo para planificación de implantes, este sistema permite además la reconstrucción multiplanar del volumen escaneado, así como la reconstrucción en 3D.^{33,34}

A continuación se mencionan las áreas de la odontología en donde se emplea la tomografía computarizada de haz volumétrico:

- Implantología: en donde permite realizar una evaluación de la morfología, cantidad y calidad ósea.³³

- Periodoncia: para determinar o descartar la presencia de fenestración ósea, visualizar la altura de la cresta ósea alveolar y la lesión de furca.³³
- Endodoncia: es útil para la identificación de las características anatómicas y variaciones del sistema del conducto radicular, ya que en estos casos el diagnóstico y la planificación del tratamiento endodóntico son difíciles de manejar empleando radiografías bidimensionales.^{33,34} (Fig. 18)



Fig. 18: CBCT sección axial útil en Endodoncia, en la que se visualiza el primer molar inferior con dos conductos. Tomado de: Filho B, Zaitter S, Haragushiku G, Alves E, *Analysis of the Internal Anatomy of Maxillary First Molars by Using Different Methods*, J Endod 2009;35:337–342

- Ortodoncia: en la valoración 3D de las relaciones dentoesqueletales, por ejemplo
- Cirugía y Traumatología Bucal-Maxilo-Facial: para evaluar fracturas, dientes incluidos y patologías de los maxilares.³³

4.2.7 Tomografía computarizada cuantitativa periférica (pQCT)

Fue introducida en un inicio para analizar la densidad ósea. Un reporte sobre este tipo de tomografía empleada a nivel del conducto radicular, demostró una reconstrucción exacta del mismo, así como el análisis de los procedimientos endodónticos. Este tipo de tomografía emplea una tomografía computarizada

convencional (CT) con una calibración estándar con el objetivo de convertir las unidades Hounsfield de la imagen de CT en valores de densidad mineral ósea.²⁸

Las ventajas de la pQCT son su economía, tiempo de análisis más corto y permite el mapeo de varios dientes al mismo tiempo.²⁸

4.2.8 Tomografía computarizada en espiral (SCT)

La SCT empieza a ser utilizada en la planificación para la colocación de implantes, trauma maxilofacial y diagnóstico de anatomía aberrante del sistema de conductos radiculares.^{28,35}

4.2.9 Microtomografía computarizada (μ CT)

La μ CT es una forma miniaturizada de la tomografía convencional que provee imágenes en tres dimensiones al emitir un haz de rayos X, el mismo que incide sobre el objeto que se estudia y parte de este lo atraviesa; la radiación restante es tomada por los detectores. Este proceso se repite hasta analizar todo el objeto de estudio para al final transformar los datos obtenidos en imágenes. Al emplear los rayos X se obtiene una gran resolución al realizar cortes transversales en la muestra, los cuales posteriormente pueden ser reconstruidos en un modelo de tres dimensiones. Es una técnica no destructiva que actúa con 80 - 450 kilo voltajes.^{36, 37}

La μ CT ha sido empleada para el estudio de mancha blanca y lesiones en esmalte. En Endodoncia es una herramienta de investigación muy útil, pues es

usada para el estudio de la geometría del sistema de conductos radiculares, la presencia de istmos, así como de barrillo dentinario existente y la conformación de las paredes del sistema de conductos post.instrumentación con los diferentes instrumentos y técnicas de instrumentación.^{36, 37}

4.3 COMPARACION ENTRE TÉCNICAS^{28,32}

En una investigación realizada por Neelakantan et al, realizada en 20 primeros molares inferiores, 20 primeros molares superiores, 20 segundos molares inferiores, 20 segundos molares superiores, 7 primeros premolares inferiores y 8 incisivos inferiores, se evaluó de manera comparativa diferentes métodos de estudio para determinar la morfología del conducto radicular como: CBCT, pQCT, SCT, plain digi, radiografías digitales mejoradas con medio de contraste. En los resultados se evidenció que la técnica de tinción modificada y clarificación identificaron un promedio de 1.8 conductos radiculares en incisivos inferiores, 2.3 en primeros premolares superiores, 3.9 en primer molar superior, 3.8 en segundo molar superior e inferior y 4.3 en primer molar inferior. La CBCT y pQCT marcaron un error en 0.29% y 2.05% de casos, mientras que la SCT el 15.58%, radiografías digitales con medio de contraste 14.7% y plain digi en el y 23.8%, no mostraron éxito. Por lo cual se recomienda a la técnica de tinción modificada y clarificación, CBCT y pQCT como las técnicas más fiables al momento de analizar la morfología interna del sistema de conductos radiculares.^{28, 32}

COMPARACIÒN DE DIFERENTES TÈCNICAS DE ESTUDIO DE LA MORFOLOGIA DEL CONDUCTO RADICULAR							
	Microscop. Operac.	Radiogr. In vivo	Radiogr In vitro	Seccion transver	Micro CT	Diafanizac. convencional	Diafanizac. Modificada
Destrucc.	No	No	No	Si	No	Si	No

Dental							
Participac. Paciente	Si	Si	No	No	No	No	No
Observac. Dimension.	2D	2D	2D	2D	3D	3D	3D
Costo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo
Resultados de operación	Grande	Grande	Grande	Grande	Peq.	Peq.	Peq.
Integridad y exactitud	x	x	x	xx	xx	xx	xx

Tabla: 3: comparación diferentes técnicas de estudio de la anatomía interna del diente. Tomada de: *Weng Xi Li, Yu SB, Zhao SL, et al. Root canal morphology of permanent maxillary teeth in the Han nationality in Chinese Guanzhong area: a new modified root canal staining technique. J Endod 2009;35:651–6.*

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Determinar la variabilidad de la anatomía interna del sistema de conductos radiculares de los incisivos inferiores diafanizados.

5.2. Objetivos Específicos

- Conocer el porcentaje de frecuencia de dos conductos
- Aplicar la clasificación de Vertucci, a los tipos de conductos de los incisivos inferiores estudiados.

6. TIPO DE ESTUDIO

El estudio corresponde a una investigación de tipo descriptivo, buscando conocer la distribución y características que presenta el sistema de conductos en Incisivos Inferiores.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

143 incisivos inferiores extraídos, obtenidos de diferentes subcentros de salud de la provincia del Azuay fueron empleados; se desconoce la edad, género y

razones por las que fueron extraídos. Dentro de los criterios de inclusión las piezas dentales debían tener la porción radicular intacta y presentar caries únicamente a nivel coronal o ser piezas dentales sanas, por lo que incisivos inferiores fracturados, con porción apical incompleta o sin permeabilidad apical fueron excluidos.

Una vez obtenida la muestra y previo al proceso de diafanización, los dientes fueron sumergidos en hipoclorito de sodio al 5% durante 1 hora para eliminar cualquier tipo de residuo orgánico adherido a la superficie radicular y luego se procedió a la remoción de cálculos de la superficie radicular empleando un cavitron. (Fig. 19). A continuación se realizó el acceso a la cámara pulpar con una fresa redonda #6, así como la localización y permeabilización de los conductos con una lima K #10. Posteriormente las piezas dentales son sumergidas nuevamente en hipoclorito de sodio al 5% durante dos horas para remover el tejido pulpar. Culminado este tiempo son lavados en agua corriente durante dos horas para eliminar todo resto de hipoclorito de sodio.



Fig. 19: Limpieza de la muestra con hipoclorito de sodio al 5.25% y cavitron

A continuación inicia el proceso de diafanización per se, empezando con la descalcificación de la muestra al ser colocada en ácido nítrico al 5% durante tres días a temperatura ambiente, realizando recambios diarios y agitación mecánica (agitador 722) durante dos horas, 3 veces al día. (Fig. 20). El proceso de descalcificación se verificó mediante la toma de radiografías y punción coronal con una aguja.

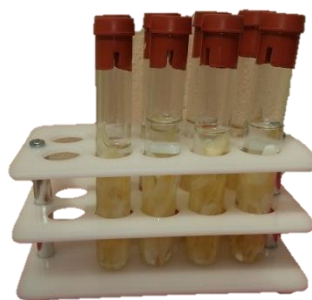


Fig. 20: Colocación de la muestra en ácido nítrico al 5%. (descalcificación)

Una vez descalcificados los dientes, estos se colocan en agua corriente durante cuatro horas para eliminar todo remanente posible de ácido nítrico. Posteriormente con el empleo de alcohol se procede a la fase de deshidratación, descrita por Venturi, en la cual se emplea alcohol en grados ascendentes que van desde el 25%, 50%, 70%, 90%, 95%, 100%, cada uno por 30 minutos. Se escogió la deshidratación según Venturi, ya que en una prueba piloto realizada en la presente investigación esta técnica fue con la que mejores resultados se obtuvieron debido a que al emplear grados menores de alcoholes hasta llegar al 100% la deshidratación obtenida fue completa, con lo que se evita la presencia de áreas opacas al obtener una deshidratación incompleta.³⁰

La muestra finalmente es colocada en salicilato de metilo durante dos horas con el objetivo de lograr la transparentación de los dientes (Fig. 21), posteriormente se inyecta la tinta china empleando una aguja calibre 27 a nivel de la cámara pulpar, y al mismo tiempo se ejerce presión negativa a nivel apical empleando la succión de alta velocidad, con lo cual se conseguirá la visualización del sistema de conductos que posee cada pieza dental (Fig. 22). El exceso de tinta china se limpia con una gasa humedecida en salicilato de metilo y a continuación se deja secar por dos horas para al cabo de este tiempo nuevamente colocar los dientes en salicilato de metilo, con el fin de preservar su transparencia. (Fig. 23)



Fig. 21: Muestra total diafanizada al ser colocada en salicilato de metilo

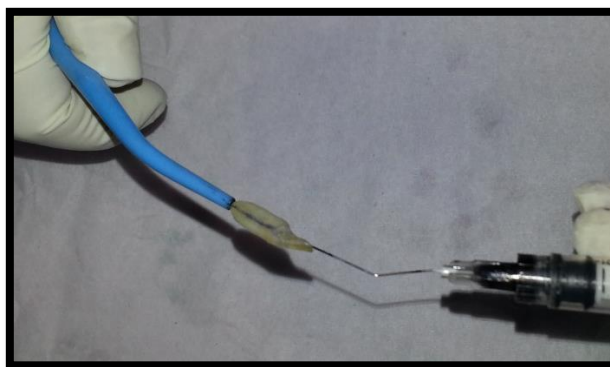


Fig. 22: Inyección de tinta china en el interior del conducto con aguja calibre 27 bajo presión negativa mediante el uso de la succión de alta velocidad.



Fig. 23: Colocación de la muestra en salicilato de metilo posterior a la inyección de tinta china, con el fin de preservar su transparencia

Finalmente se procedió a la observación de los incisivos inferiores diafanizados bajo estereomicroscopio (Olympus SZ2-1LST, 2008) con 8x de magnificación y a la clasificación de sus conductos, de acuerdo a la propuesta de Vertucci ya descrita anteriormente.

8. RESULTADOS ESPERADOS

- 1.- Conocer el porcentaje de frecuencia de dos conductos
- 2.- Lograr la determinación de la variabilidad en cuanto a la anatomía del sistema de conductos radiculares en incisivos inferiores y encasillarlos según la clasificación propuesta por Vertucci
- 3.- Concientizar al profesional endodoncista sobre el tratamiento a brindar a cada paciente y sus piezas dentales, como un caso diferente a otro, sin generalizar conocimientos.
- 4.- Generar nuevos conocimientos e información, tanto para los profesionales de la Endodoncia, como para los alumnos de pregrado de la Facultad de Odontología y en general al gremio odontológico

9. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Los resultados se resumen en las tablas 4-6. El objetivo del presente estudio es determinar el tipo de conducto presente en incisivos inferiores según la clasificación de Vertucci, así como la prevalencia, número y ubicación de deltas apicales, conductos laterales, secundarios, accesorios, siendo éstos 3 últimos cuantificados por tercios, esto es, a nivel de tercio coronal, medio y apical, constando en las tablas 5 y 6 en conjunto como conductos adicionales.

TIPO DE CONDUCTO

De los 143 dientes estudiados 128 (89.5%) presentaron un conducto tipo I, 2 (1.4%) tipo II, 3 (2.1%) tipo III, 2 (1.4%) tipo IV, 6 (4.2%) tipo V, 1 (0.7%) tipo VII. Los tipos VI y VIII no se evidenciaron. Una de las muestras presentó una disposición del sistema de conductos diferente y que no correspondía a la clasificación de Vertucci. (Tabla 4) (Anexo 1)

TABLA 4: TIPO DE CONDUCTOS EN INCISIVOS INFERIORES SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI									
N° DIENTES (%)	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)	VI (%)	VII (%)	VIII (%)	N* (%)
143 (100)	128 (89.5)	2 (1.4)	3 (2.1)	2 (1.4)	6 (4.2)	0	1 (0.7)	0	1 (0.7)

N*: No clasificado según Vertucci.

FRECUENCIA Y NÚMERO DE CONDUCTOS ADICIONALES Y DELTAS APICALES

De 143 incisivos inferiores estudiados, el 37.8% (54 piezas) presentaron conductos adicionales. La ubicación con mayor frecuencia fue a nivel apical en el 71.7%, luego en el tercio medio en el 23.3% y 5% a nivel cervical. Del total que presentaron conductos adicionales el 30.07% presentaban una sola ramificación, el 7% dos y 0.7% tres ramificaciones. (Tabla 5 y 6) (Anexo 2 y 3)

TABLA 5: PORCENTAJE DE CONDUCTOS ADICIONALES Y DELTAS APICALES EN INCISIVOS INFERIORES				
N° DIENTES 143	CONDUCTOS ADICIONALES			DELTAS APICALES
	TERCIO			
	CERVICAL (%)	MEDIO (%)	APICAL (%)	
N° (%)	3 (5)	14 (23.3)	43 (71.7)	11 (15.73)

TABLA 6: FRECUENCIA Y NÚMERO DE CONDUCTOS ADICIONALES EN INCISIVOS INFERIORES				
N° DIENTES 143	CONDUCTOS ADICIONALES	NÚMERO (%)		
		1	2	3
N° (%)	54 (37.8)	43 (30.07)	10 (7)	1 (0.7)

10. DISCUSION

Diversos estudios se han propuesto con la finalidad de estudiar la anatomía interna del sistema de conductos radiculares como observación microscópica, seccionamiento microscópico, seccionamiento macroscópico, diafanización y aplicación de tintes, empleo de medios de contraste, tomografía de haz de cono, tomografía microcomputarizada, entre otros, los cuales han demostrado que la raíz con conducto único y un sólo foramen constituye una excepción más que la regla.

La tomografía microcomputarizada es una técnica con mucho auge actualmente en donde se analiza el objeto de estudio mediante cortes transversales que

pueden ser reconstruidos en un modelo de tres dimensiones, permitiendo el estudio de un segmento del objeto como de toda su anatomía, con lo cual se evita destruir el tejido en estudio, así como el empleo de sustancias en el interior del sistema de conductos para lograr hacerlo visible, como es el caso de la diafanización, no obstante el costo operacional de ésta última es muy inferior al de la μ CT y al de muchas de las otras técnicas.^{36,37}

La literatura disponible sobre incisivos inferiores indica que la prevalencia de dos conductos se ha evidenciado en porcentajes que van desde 11,5 al 44,1%. Benjamin y Dowson, reportan que el 41.1% de incisivos inferiores estudiados tienen dos conductos separados, y de estos a su vez, sólo el 1.3% poseen dos foraminas separadas.^{6,7,8} Autores como Rankine Wilson y Henry, observaron en el 40.5% de incisivos inferiores estudiados dos conductos y de esta misma muestra el 87% presentaban dos foraminas.^{7,9} Miyashita et al, reporta la presencia de dos conductos en el 12.4% de casos, conductos laterales en el 7% y deltas apicales el 20%.² Mauger et al lograron determinar que la presencia de dos conductos fue del 2% a 1 mm, 0% a 2mm y 1% a 3mm.^{6,7}

Este estudio examinó la anatomía interna de incisivos inferiores obtenidos de los diferentes subcentros de salud de la ciudad de Cuenca. El 89.5% presentó un conducto simple, mientras que la incidencia de dos conductos en sus diferentes manifestaciones fue del 9.8% (Tipo II 1.4%, III 2.1%, IV 1.4%, V 4.2 y VII 0.7%).

Con el objetivo de lograr determinar clínicamente la presencia de un segundo conducto en incisivos inferiores, autores como Jabín indican que se debe realizar el acceso lo más cercano posible al cíngulo, con el objetivo de eliminar el bulbo de dentina presente a este nivel, para así permitir un acceso en línea recta, así como para poder identificar y conformar el conducto lingual, en caso de existir.^{10, 21} Otro método de valor innegable para obtener información sobre la morfología dental interna es el empleo de radiografías ortoradiales y excéntricas, las cuales brindan mucha información del número y forma de conductos, lo cual facilitará el subsecuente tratamiento endodóntico.

Al-Qudah et al, en su investigación, determinaron que el 6.2% y el 1.8% del total de 450 incisivos inferiores presentaron conductos laterales y deltas apicales, respectivamente. La disposición más frecuente de conductos laterales fue en apical en el 4%, medio 1.3% y cervical 0.9%.³

En lo referente a conductos adicionales en el presente estudio, se evidenciaron en un 37.8%, siendo estos más numerosos a nivel apical, en donde se presentaron en un 71.7%. Clínicamente estas proporciones no son evidenciadas durante la terapia endodóntica y, la persistencia de tejido necrótico o detritus en esos conductos no tratados podría traducirse en una evolución no favorable, puesto que no llegan a ser instrumentados, aunque las soluciones irrigantes en muchas ocasiones llegan a estos conductos, pues ello se ve evidenciado en las radiografías postobtusión.

Los deltas apicales estuvieron presentes en 11 de los 143 incisivos inferiores (15.73%) y, al igual que los conductos laterales, secundarios o accesorios, se constituyen en zonas críticas de la preparación quimiomecánica, pues son zonas a las que no llega la acción mecánica de las limas y, difícilmente son alcanzadas por los agentes irrigantes, constituyendo un reto más para los avances en las técnicas, agentes y aditamentos empleados durante la fase de irrigación.

En el presente estudio un incisivo inferior presentó una anatomía interna particular, que al compararla con los tipos de conducto radicular de la clasificación de Vertucci no se asemejó a ninguno de ellos. Al revisar clasificaciones del sistema de conductos radiculares disponibles en la literatura, está la de Gulabivala, dentro de la cual se encasillaría la anatomía interna evidenciada en la pieza dental antes referida, como un conducto tipo III (Anexo 4).³⁸

Un componente importante a tomar en cuenta al momento de valorar el número de conductos presentes en una pieza dental es el tipo racial. Trope et al, en su estudio para determinar la presencia de conductos radiculares adicionales en premolares inferiores según el grupo racial, determinó que los pacientes de raza negra presentan un mayor número de premolares con conductos adicionales

(32.8%) que pacientes de raza blanca (13.7%). De igual manera Wasti et al, al realizar una investigación en molares inferiores determina que Asiáticos, Caucásicos y Africanos, presentan anatomías del sistema de conductos diferentes.¹⁰ Estos resultados disponibles en la literatura actual pueden corroborar la variación en cuanto al porcentaje de dos conductos en la muestra de la población estudiada.

11. CONCLUSIONES

- El 9.8% de incisivos inferiores presentaron dos conductos, de estos, 1.4% presentó el tipo II, 2.1% tipo III, 1.4% tipo IV, 4.2% tipo V, 0.7% tipo VII.
- El porcentaje en conjunto de conductos laterales, secundarios y accesorios encontrados fue de 37.8% y, los deltas apicales se presentaron en un 15.73% de los casos.
- Las diferencias o similitudes de los resultados de la presente investigación con los datos disponibles en la literatura, podrían obedecer a razones de índole racial
- La técnica de diafanización es un método que una vez más queda validado como instrumento valioso para el estudio de la anatomía dental interna, brindando una visualización directa en 3D del sistema de conductos radiculares, información de innegable ayuda para el Endodoncista, profesionales del campo odontológico en general, y como herramienta muy útil en el proceso de enseñanza aprendizaje
- Se ratifica mediante el método de diafanización que los dientes unirradiculares poseen intrincados y complejos sistemas de conductos, que se convierten en un desafío durante las diferentes fases de la terapia endodóntica

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Nallapati S. Aberrant root canal anatomy: a review. 2007
2. Miyashita M. Kasahara E. Yasuda E. Yamamoto A. Sekizawa T. Root Canal System of the Mandibular Incisor. J Endod. 1997; 23(8): 479-484
3. Al-Qudah A. A. Awawdeh L. A. Root canal morphology of mandibular incisors in a Jordanian population. Int Endod J. 2006;39:873-877
4. Ezoddini F. Mohammadi Z. Tabrizizadeh M. Root Canal Morphology of Human Mandibular Incisors in Yazd Province. Dental Research J. 2006. 3(1):1-3
5. Leonardo MR. Endodoncia, Tratamiento de Conductos Radiculares, Principios Técnicos y Biológicos. Editorial Artes Médicas. 2005. Vol 1.
6. Mauger M. Schindler W. Walker III W. An Evaluation of Canal Morphology at Different Levels of Root Resection in Mandibular Incisors. J Endod. 1998;24(9): 607-609
7. Uma Ch. Ramachandran S. Indira R. Shankar P. Canal and isthmus morphology in mandibular incisors – An in vitro study. Endodontology. 2004;16:7-11
8. Gonçalves de Oliveira S. De Moraes L. Faig-Leite H. In vitro incidence of root canal bifurcation in mandibular incisor by radiovisiography. J Appl Oral Sci. 2009;17(3):234-239
9. Kabak Y. Abbott P. Case Report Endodontic treatment of mandibular incisors with two root canals: Report of two cases. Aust Endod J. 2007;33: 27–31
10. Vertucci F. J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endod Topics. 2005;10:3–29
11. Gu L. Kim J. Ling J. Choi K. Pashley D. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. J Endod. 2009;35: 791-804
12. Benjamin A. Baumgartner C. Comparison of the EndoVac System to Needle Irrigation of Root Canals. J Endod. 2007;33:611–615

13. Chris Siu. Baumgartner C. Comparison of the Debridement Efficacy of the EndoVac Irrigation System and Conventional Needle Root Canal Irrigation In Vivo. *J Endod.* 2010;36:1782–1785
14. Caliskan M. Pehlivan Y. Sepetcioglu F. Türkün M. Tuncer S. Root Canal Morphology of Human Permanent Teeth in a Turkish Population. *J Endod.* 1995;21(4): 200-204
15. Zheng Q. Zhou X. Jiang Y. Sun T. Liu C. Xue H. Radiographic Investigation of Frequency and Degree of Canal Curvatures in Chinese Mandibular Permanent Incisors. *J Endod.* 2009;35:175–178
16. Willershausen B. Kasaj A. Röhrig B. Marroquin B. Radiographic Investigation of Frequency and Location of Root Canal Curvatures in Human Mandibular Anterior Incisors In Vitro. *J Endod.* 2008;34:152–156
17. Ashok K. Prashanth M. An Endodontic management of mandibular incisor with bifurcated root canal. *Int J Dent Clin.* 2011; 3(2): 87 -88
18. Nimet Gencoglu. Incidence of furcated canals in mandibular incisors and efficacy of thermafil obturator. *Saudi Dent J.* 2000;12(2): 72-76
19. Del Fabbro M. Taschieri S. Endodontic therapy using magnification devices: A systematic review. *J Dent.* 2010;38:269–275
20. Kim S. Baek S. The microscope and endodontics. *Dent Clin North Am.* 2004;48:11–18
21. Mauger M. Ware R. Alexander J. Schindler W. Ideal Endodontic Access in Mandibular Incisors. *J Endod.* 1999; 25(3):206-207
22. Nielsen C. Shahmohammadi K. The Effect of Mesio-Distal Chamber Dimension on Access Preparation in Mandibular Incisors. *J Endod.* 2005; 31(2):88-90
23. Gluskin A. Radke R. Frost S. Watanabe L. The Mandibular Incisor: Rethinking Guidelines for Post and Core Design. *J Endod* 1995;21(1): 33-37
24. Pécora J. Una breve historia de los métodos de estudios de la anatomía interna de los dientes humanos. 2005

25. BingFan. YuanGao. WeiFan. Identification of a C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars—Part II: The Effect of Bone Image Superimposition and Intraradicular Contrast Medium on Radiograph Interpretation. *J Endod.* 2008;34:160-165
26. Kaffe I. Kaufman A. Littner M. Lazarson A. Radiographic study of the root canal system of mandibular anterior teeth. *Int Endod J.* 1985;18:253-259
27. Nattress B. Martin D. Predictability of radiographic diagnosis of variations in root canal anatomy in mandibular incisor and premolar teeth. *Int Endod J.* 1991;24:58-62
28. Neelakantan P. Subbarao C. Subbarao C.V. Comparative Evaluation of Modified Canal Staining and Clearing Technique, Cone-Beam Computed Tomography, Peripheral Quantitative Computed Tomography, Spiral Computed Tomography, and Plain and Contrast Medium–enhanced Digital Radiography in Studying Root Canal Morphology. *J Endod.* 2010;36(9):1547-1551
29. Gomes. Rodrigus H. Tancredo N. The use of a modeling technique to investigate the root canal morphology of mandibular incisors. *Int Endod J* 1996;29:29-36
30. Robertson D. Leeb I. McKee M. Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod.* 1980;6(1):421-424
31. Venturi. Prati C. Capelli G. Falconi M. Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. *Int Endod J.* 2003;36:54-63.
32. Weng Xi Li. Yu SB. Zhao SL. et al. Root canal morphology of permanent maxillary teeth in the Han nationality in Chinese Guanzhong area: a new modified root canal staining technique. *J Endod.* 2009;35:651–6.
33. Santos T. Raimundo R. Arias A. Oliveira e Silva E. The use of cone beam computed tomography in dentistry. *Odontol Clín Cient.* 2010;9 (4) 303-306
34. Filho F. Zaitter S. Aihara G. Haragushiku. Alves E. Analysis of the Internal Anatomy of Maxillary First Molars by Using Different Methods. *J Endod* 2009;35:337-342

35. Reuben J. Velmurugan N. The Evaluation of Root Canal Morphology of the Mandibular First Molar in an Indian Population Using Spiral Computed Tomography Scan: An In Vitro Study. *J Endod.* 2008;34(2):12–215
36. Brooks S. X-ray microtomography Nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic Studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83:510-6
37. Robinson J. Lumley P. Claridge E. An analytical Micro CT methodology for quantifying inorganic dentine debris following internal tooth preparation. *J Dent.* 2012;40:999-1005
38. Valencia P. Estevez R. Péix M. Root Anatomy and Canal Configuration of the Permanent Mandibular First Molar: A Systematic Review. *J Endod.* 2010;36:1919-1931

13. ANEXOS

1. TIPOS DE CONDUCTOS SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI ENCONTRADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO



TIPO I

TIPO II

TIPO III

TIPO IV

TIPO V

TIPO VII

2. CONDUCTOS LATERALES



3. DELTAS APICALES



4. CONDUCTO TIPO III SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE GULABIVALA

